



181763  
Регистрационный номер

Фамилия ЖУРАВЛЁВ

210  
(не заполнять)

Имя СЕМЁН

Отчество АНДРЕЕВИЧ

исун  
Подпись



«Утверждаю»  
Председатель оргкомитета конкурса

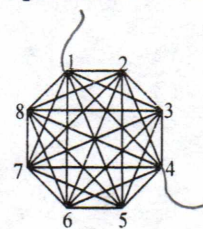
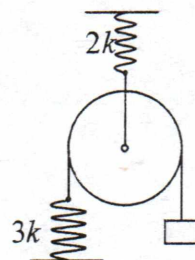
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
Всероссийский конкурс научных работ школьников «Юниор», профиль «Инженерные науки»,  
Заключительный этап, 11 класс

1. Трём товарищам, Пете, Коле и Васе, нужно попасть из пункта  $A$  в пункт  $B$ , находящихся на расстоянии 20 км друг от друга по шоссе. У них имеется один велосипед, на котором можно передвигаться вдвоем со скоростью 10 км/час и одному – со скоростью 15 км/час. Скорость перемещения по шоссе пешком для каждого одинаковая и равна 5 км/час. Втроем передвигаться на велосипеде невозможно. Решили действовать так: выходят из пункта  $A$  одновременно, Петя и Коля едут на велосипеде вместе в течении  $t$  час, а Вася идет пешком. После этого Коля сходит с велосипеда и оставшуюся часть пути до пункта  $B$  идет пешком. Петя мгновенно разворачивается, едет в обратном направлении, чтобы забрать идущего пешком Васю. Встретив на шоссе Васю, Петя мгновенно разворачивается, сажает Васю на велосипед, и они едут вместе до пункта  $B$ . По договоренности, тот кто прибудет в  $B$  раньше, ждет остальных. Временем  $T$  окончания операции считается время, когда вся компания соберется в пункте  $B$ . Найти значение  $t$ , при котором величина  $T$  наименьшая. Найти наименьшее значение  $T$ .

2. Один из углов остроугольного треугольника  $ABC$  равен  $60^\circ$ . Точки  $M, N, P$  – основания высот треугольника  $ABC$ . Найти наибольшее значение отношения площадей треугольников  $MNP$  и  $ABC$ .

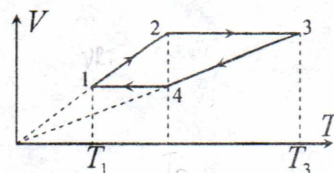
3. Найти целые числа  $x$  и  $y$ , для которых  $(x^2 - 4y^2)^2 = 24y + 1$ .

3. Через невесомый блок, прикрепленный к потолку с помощью пружины, перебросили веревку. К одному концу веревки прикрепили тело массой  $m$ , к другому пружину, второй конец которой закрепили на полу. Коэффициенты жесткости пружин  $2k$  и  $3k$  (см. рисунок). На сколько переместится тело по сравнению с положением, когда пружины не деформированы?



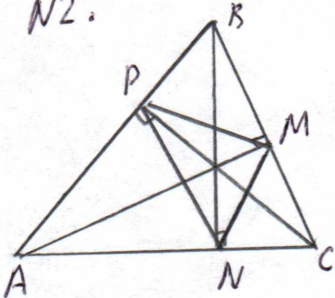
4. Сопротивление каждой стороны сделанного из проволоки восьмиугольника (см. рисунок) равно  $r$ . Каждую вершину восьмиугольника соединили с каждой другой так, что сопротивление каждого соединительного провода также равно  $r$ , а электрических контактов между соединительными проводами в точках их пересечения нет. Затем к вершинам 1 и 4 восьмиугольника подводят электрическое напряжение. Найти сопротивление восьмиугольника.

5. С одним моле одноатомного идеального газа проводят циклический процесс. График зависимости объема газа от его абсолютной температуры в этом процессе представлен на рисунке. Известны абсолютные температуры газа в состояниях 1 и 3 -  $T_1 = T$  и  $T_3 = 4T$ . Известно также, что температуры газа в состояниях 2 и 4 одинаковы. Какое количество теплоты получает газ в процессе 1-2-3? Найти термодинамический КПД цикла.





№2.



1)  $\triangle MBP \sim \triangle ABC$

$$\cos \angle B = \frac{BM}{AB} = \frac{BP}{BC}, \angle B - \text{общий}$$

Аналогично для  $\triangle MCN \sim \triangle ACB$  и  $\triangle NAP \sim \triangle BAC$

Следовательно  $\angle MNC = \angle ANP = \angle B$ ,  $\angle CMN = \angle BMP = \angle A$ ,  $\angle APN = \angle BPM = \angle C$

$$S_{MNP} = S_{ABC} - S_{ABC} \frac{MP^2}{AC^2} - S_{ABC} \frac{MN^2}{AB^2} - S_{ABC} \frac{NP^2}{BC^2} = S_{ABC} - S_{ABC} \left( \frac{MP^2}{AC^2} + \frac{MN^2}{AB^2} + \frac{NP^2}{BC^2} \right)$$

$\left( \frac{MP^2}{AC^2} + \frac{MN^2}{AB^2} + \frac{NP^2}{BC^2} \right) > 0$  — значение этого выражения будет наименьшим

при  $\frac{MP}{AC} = \frac{MN}{AB} = \frac{NP}{BC}$ ,  ~~$\frac{MP}{AC} = \frac{MN}{AB} = \frac{NP}{BC} = \frac{1}{2}$~~

При фиксированном угле в  $60^\circ$ , вписанный треугольник MNP имеет макс. площадь при условии, что ABC — равносторонний  $\Rightarrow \frac{MP}{AC} = \frac{MN}{AB} = \frac{NP}{BC} = \frac{1}{2}$

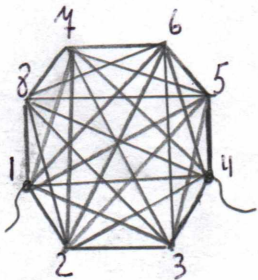
$$S_{MNP} = S_{ABC} \left( 1 - \frac{3}{4} \right) = \frac{1}{4} S_{ABC} \Rightarrow \frac{S_{MNP}}{S_{ABC}} = \frac{1}{4}$$

Ответ:  $\frac{1}{4}$

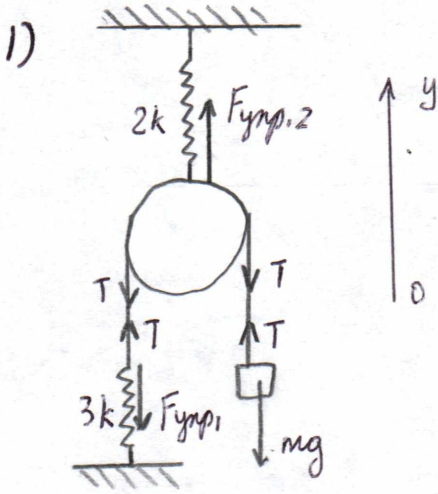
2

№4.

1) Потенциалы в точках 8, 4, 6, 5, 4, 3, 2 равны  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$  соединения 8-4, 4-6, 6-5, 5-4,



№3.



1) 2 закон Ньютона для груза

$$0y: T - mg = 0 \Rightarrow T = mg$$

2 закон для пружины 3k:

$$T = F_{упр,1} \Rightarrow mg = 3k \Delta x_1 \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{mg}{3k}$$

2) 2 закон для блока

$$F_{упр,2} = 2T \Rightarrow 2k \Delta x_2 = 2 \cdot 3k \Delta x_1 \Rightarrow \Delta x_2 = 3 \Delta x_1$$

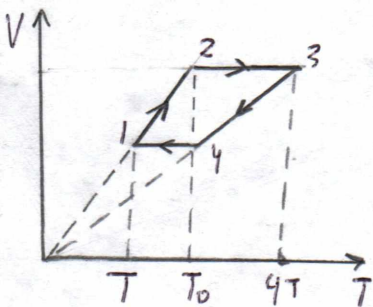
3) перемещение тела

$$\Delta x_2 + \Delta x_1 = 4 \Delta x_1 = \frac{4}{3} \cdot \frac{mg}{k}$$

1

Ответ:  $\frac{4mg}{3k}$ .

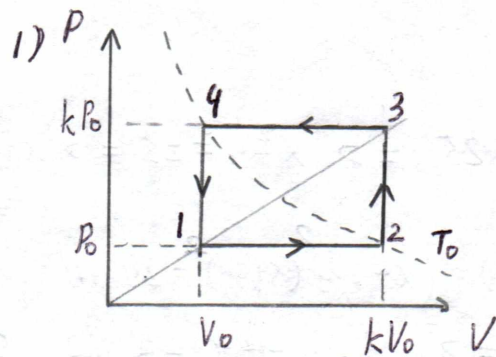
№5.



$i=3, v=1$  моль

$Q_{123} - ?$

$\eta - ?$



$P_0 V_0 = \nu R T$ , 1) Состояния 2 и 4.

$$\begin{aligned} P_0 V_2 &= \nu R T_0 \\ P_4 V_0 &= \nu R T_0 \end{aligned} \Rightarrow \frac{P_0 V_2}{P_4 V_0} = 1 \Rightarrow \frac{P_0}{P_4} = \frac{V_0}{V_2} = \text{const} \Rightarrow P_4 = k P_0$$

$$V_2 = k V_0$$

$$k = \text{const}$$

$$2) Q_{123} = \Delta U_{31} + A_{12} + A_{23} = U_3 - U_1 + A_{12} = \frac{3}{2} \nu R 4T - \frac{3}{2} \nu R T + P_0 (kV_0 - V_0) =$$

$$= \frac{9}{2} \nu R T + P_0 V_0 (k-1)$$



3) Задача сокращенная 3

$k \cdot k_0 \cdot k_0 = k_2 \cdot k_0 \Rightarrow k_2 = k = 2$

Тога  $k_{123} = \frac{2}{9} \cdot \text{VET} + k_0(2-1) = \frac{2}{9} \cdot \text{VET} + \text{VET} = \frac{11}{9} \cdot \text{VET}$

4)  $k_H = k_{12} + k_{23} = \frac{2}{11} \cdot \text{VET}$

$A = A_{12} + A_{34} = k_0 \cdot 0 - 2 \cdot k_0 \cdot 0 = -k_0 \cdot 0 = -\text{VET}$

T.K.  $A_{23} = A_{41} = 0$

5)  $\eta = \frac{A}{Q_H} = \frac{-\text{VET}}{-\frac{2}{11} \cdot \text{VET}} = -\frac{11}{2}$

Обрат:  $k_{123} = \frac{2}{11} \cdot \text{VET}$ ;  $\eta = -\frac{11}{2}$

N.3.

$(x^2 - 4y^2)^2 = 24y + 1$ ,  $x, y \in \mathbb{Z}$

$24y + 1 > 0 \Rightarrow y > -\frac{1}{24} \Rightarrow y \geq 0$

1)  $y = 0$

$x^4 = 1 \Rightarrow x = \pm 1$   
- "маленькие решения"

2)  $y = 1$

- "маленькие решения"

$(x^2 - 4)^2 = 25 \Rightarrow x^2 - 4 = \pm 5 \Rightarrow x^2 = 9 \Rightarrow x = \pm 3$

$x^2 = -1 \Rightarrow \emptyset$

3)  $(x^2 - 4y^2)^2 = (x - 2y)(x + 2y) = 24y + 1$

$y = 2 \Rightarrow x^2 - 16 = \pm 4 \Rightarrow x^2 = 20 \Rightarrow \emptyset$   
 $y = 3 \Rightarrow x^2 = 27 \Rightarrow \emptyset$

6

4)  ~~$x^2 = 4$~~

Обрат:  $(1; 0)$ ;  $(-1; 0)$ ;  $(3; 0)$ ;  $(-3; 0)$ ;  $(3; 2)$ ;  $(-3; 2)$